

指紋画像の構造化による照合/画像符号化システムの提案

小館 亮之 朱 青 浦野 義頼 富永 英義
通造・放送機構 早稲田リサーチセンター 早稲田大学理工学部電子通信学科
〒169 東京都新宿区西早稲田1-21-1 〒169 東京都新宿区大久保3-4-1
早大西早稲田ビル5階 55号館 S06-03 富永研究室

あらまじ；指教は、万人不同の個人の身体的特徴であり、古くから犯罪捜査等の分野において本人同定の有力な証拠として用いられてきており、その安定した個人性、及びデータ処理の簡易性で今後も更なる実用化が期待される。本稿では、指紋絵画画像処理を照会と画像符号化の観点から論じる。まず、隆線を単位として隆線のレイアウト情報と形状情報とによって構造的に記述する手法を提案する。また、位置ずれ、かすれ等の入力誤差に対応するために隆線形状のウェーブ形成が可能であり、また、シミュレーションによる部分照会実験を行った結果、隆線の再構成が抽出パラメータに反映されており、本方式の基本的な照会性能を確認した。

キーワード：指紋画像処理、本人固定、情報セキュリティ、ウェブレット解析、情報王邸

A Proposal of Verification/Image Coding Schemes by Fingerprint Image Structuring

Akihisa KODATE Qing ZHOU Yoshiyori URANO Hiroyoshi TOMINAGA
Waseda Research Center Dept. of Electronics and Communication Eng.
Telecommunication Advancement Organization WASEDA University
1-21-1 Nishi-Waseda, Shinjuku-ku 3-4-1 Ohkubo, Shinjuku-ku
Tokyo, 169 JAPAN Tokyo 169 JAPAN
Tel. +81-3-5286 3130 Fax: +81-3-5287-7287
E-mail: akikod@tom.com.waseda.ac.jp

ABSTRACT: Fingerprint is one of the matchless physical features which has been used for the influential evidence in the field of crime investigation from long time ago. In this paper, the fingerprint image processing is discussed both from verification and image coding. In the proposed method, fingerprint image is described as a set of ridges, which are the unit, with their layout information and shape information. To cope with the input noise such as faintness, ridge shape information is described by wavelet extrema that can reconstruct the approximate original image. Through simulation experiments, a part of a fingerprint was identified as a part of existed fingerprint and the proposed method's basic applicability was confirmed.

Key Words: Fingerprint, Personal Identification, Information Security, Wavelet transform
Image Compression

key words

BEST AVAILABLE COPY

1 はじめに

ネットワーキングシステムやICカード利用時等において、本人を正しく認識する機能は必要不可欠であるが、これまで、パスワードや暗証番号といったものが、本人確認の鍵として用いられてきたが、人間の記憶に頼るといった点、なりすましの容易性において、十分に安全性は保証されていくとは思えない。これに対して、指紋・音指・網膜・掌紋といった個人に特有な身体的特徴を利用する手法は、安全性の点で優れており、数多くの研究及び実用システムの開発が行われている。中でも、指紋は、「万人不同」「終生変わらない」の個人の身体的特徴であるとして、古くから犯罪捜査等の分野において本人特定の有効な手段として用いられてきていることは周知の事実であるが、プライバシーに即する批判が大きい。公権に本人を識別する方式として、昨今、顔を用いた方法が注目されるようになって、日常では、顔々を識別する顔には、顔によって識別している場合が多く、こうした非接触の方式は、実用化されるべきと思われる。しかし、時期的受容や普及によるなりすましの問題は存在し、これに対して時間的に動き情報を付加したバイオランゲージをパスワードとして用いる方法も提案されている[1]が、そのためには大がかりなシステムが必要となる。

今後、本人同意の問題は、インターネットには見られ、
 均が整備されて、人間のモビリティが個人利用を通じて、
 どのように、ネットワークの高度化や、移動通信環
 境の整備によって、安全性の高い個人利用は増え、
 身体的特徴によるより安全性の高い個人利用は増え、
 システムの匿名性が認められる、以上を前提と
 から、個人が十分に本人同意を行うための手法と
 しては、指紋による本人同意が極めて現実的であり[2]。
 本項では、指紋による本人同意システムの、指紋
 画像取得と生体現象について検討した結果を報告する。

2 システム設計

2.1 簡易型本人照合システム

現在、クレジットカード使用時に行われている平井
組合による署名と本名によって白ラ書かれた署名との
照合によってなされる。インターネットを指紋を利用し
て行うことを考える。インターネットやソフトウェアは、
回線を用いたオンラインショッピングにおいては、
クレジットカード番号のみにおいて、本人確認・異
金となることがあり、十分な本人認証が行われ
ないことは言えない。そこで、クレジットカードに
ICチップを埋め込んだスマートカード(通称IC

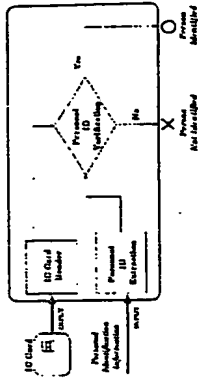


図 1: ICカードを用いた本人確認システム、

2.2 ICカード情報の記入/書き換え手順

- ④個人情報の登録は、正当な理由によって本人の承認がなされるとICカードが発行され、その場ですぐ個人情報が書き込まれる。
- ⑤ユーザは、必要に応じて、登録情報を書き換えることができるが、その際、正当な理由による書き換えの承認が必要である。

本方式の特徴として、個人情報にはICカードに記載された本人の暗証番号を照合し、本人確認の厳格性を高める機能を付加することにも可能である。

2.3 指紋画像処理について

従来の指紋図位処理は、課題別に以下の2種類に分
類できる。

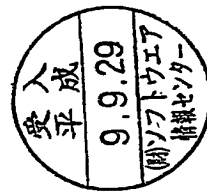

- ## 1. 昭合及び検索のための特徴抽出

電子情報通信学会技術研究報告

PRMU 97-37~47

〔パターン認識・メディア理解〕

1997年6月19日


 社団法人 電子情報通信学会

電子情報通信学会技術研究報告目次

CONTENTS

(パターン認識・メディア理解)

(Pattern Recognition and Media Understanding)

一 テーマ・セッション	
「セキュリティと個人同定のためのパターン認識・理解」(1) —	
(1) PRMU 97-37	
指紋画像の構造化による照合／画像符号化システムの提案	1
小籠光之・朱 青・浦野義頼(通信・放送機構), 富永英義(早大)	
(2) PRMU 97-38	
指紋同定のための2値化手法の評価	9
三木 幸(徳山高専), 西田幸弘・浜本義彦・宮田真吾(山口大)	
(3) PRMU 97-39	
信頼度つき特徴情報の融合による指紋分類	15
内田 薫・亀井俊男・溝口正典・天満 勉(NEC)	
(4) PRMU 97-40	
近傍マニッシュャ情報を利用した掌紋位置合わせ手法	23
門田 啓・吉本誠司・常口正典・天満 勉(NEC), 中川聡因・大野英雄(警察庁)	
一 テーマ・セッション	
「セキュリティと個人同定のためのパターン認識・理解」(2) —	
(5) PRMU 97-41	
DPマッチング法の逐次適用による日本語名のオフライン照合	31
吉村ミツ(中部大), 吉村 功(東京理科大)	
(6) PRMU 97-42	
テキスト提示型筆名照合手法に関する一検討	39
山崎 恭・小松尚久(早大)	
一 「パターン認識・メディア理解一般」(1) —	
(7) PRMU 97-43	
発見的手法を用いたオンライン多言語文字認識の改良	47
李 在浚・金 鎮衛(韓国科学技術院), 中嶋正之*(東工大)	
(8) PRMU 97-44	
フィタルネットによる郵便番号の切り出し	55
横山延雄・藤吉弘直・松崎太造・吉村ミツ(中部大)	
(9) PRMU 97-45	
ニューラルネットワークを用いた顔特徴点の検出とその精度	63
菅井 満・藤吉弘直・梅崎太造(中部大), 吉田博明(三洋電機)	
(10) PRMU 97-46	
アクティブカメラのズームレンズのキャリブレーションにおけるターゲットと精度	71
沼尾利夫・興富正敏(東工大)	
(11) PRMU 97-47	
レーザープリンタの自動判別について	79
李 芒・山崎一・田村裕一(新潟大), 小川英光(東工大)	

Note: The articles in this publication have been printed without reviewing and editing as received from the authors.

2.4 システム要求条件

システムの要求条件を以下に記す。

- 本人同意に十分な照会性を有すること
- とりわけ、向転・移動、かすれ、切断などの登録指紋との入力照会に対する高い耐性
- 高い画像圧縮率
- 符号による照会が可能であること
- 高度処理

3 指紋画像の構造化とその記述

本稿で、取り扱う指数は２酸化・細微化された芝蔭
向態とする。指数芝蔭例像の構造は、同３のように

図解的に表現できる。すなわち、指数は、指数の隆
起成分の連結成分(Connected Component)から構成さ
れており、連結成分には１本の隆起線からもなるものと
見取線の隆起が分岐点により結合されたものも存在す
る。つまりここでは、一本の隆起(国庫に際立、また

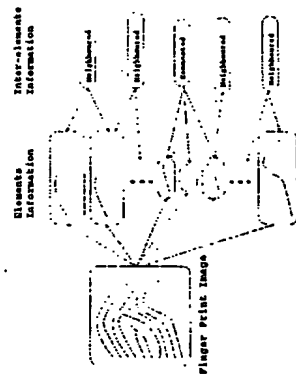


図 3: 指紋画像情報の特徴的表現

しは分岐点を持たず、枝を構成する頂点を著しくしてゐる。そして、枝の形状を葉室間の情報として、陸奥阿士の図版（後掲）を資料の配列における葉子の形態情報と、葉子がどのようになびきされているかを示すトリアウト情報とに相當する。両者の組み合わせで、論理的な分岐点の構造を記述する。

6

B.1 レイアウト情報 (隆線の位置関係)

レイアウト情報にあたるのが、座標同士的位置関係（接続・隣接）である。座標同士の接続関係は、図4

指標集合における問題点として、入力方向と位相関係の両方に関する問題点がある。入力方向の問題は、入力方向の位置が一定方向とされ、入力方向の問題は、入力方向の問題(常に指標集合の全体が)と入力方向の問題(常に指標集合の全体が)と入力されることと関係ない。この問題に及び、指標集合の位置・分岐点の位置、方向及びこれらの対応関係の指標集合を照合するための特徴とするマニフェストネットワーク方式(同)の有効とされる。

2. 高效率圖像壓縮

指紋の幾何学的な一致確認は、目視によってなされる。そのため、指紋の特徴データだけでなく、画像データも保存する必要がある。指紋が大きい画像データ量に照らして、支援のない範囲で小さくする必要がある。画像を圧縮符号化して保存する方法が効果的である。例えば、米国では、一日あたり、30,000を超える指紋データの登録がなされており、通常警察は、ウェーブレット変換を利用して、効率的な高解像度指紋圧縮方式を採用することとなった。^[4] 実際、目視による照合には、7割化された細粒度画像があれば十分であると考えられ、細粒度画像をフラクタルにより圧縮符号化する方式^[5]も提案された。

上記の２つのアプローチは、元来別々の目的のもとに検討されたものであるため、照合と取次を行うためのシステム構成を考えると、図４に示すように、従来のシステム構築法（Conventional Method）は、照合用の特徴情報と取次の画像情報を別々に必要とする一方、提案方式（Proposed Method）は、抽出される特徴画像及び画像の再生を行う。このようなことにより、照合及び画像の再生を行う。このような方式については十分な説明がされていない。そこで、本稿では、抽出した個人情報を照合だけでなく、画像の取次情報としても利用する指紋画像情報表現形式について検討する。

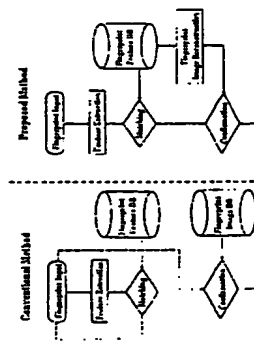


图 2: 従来の方式と提案方式

に示すように、各特微点、斜分の関係を示す特微点・斜分グラフと積分巻の関係を示す積分巻グラフによって表現される。一方、陰線図士の関係は、

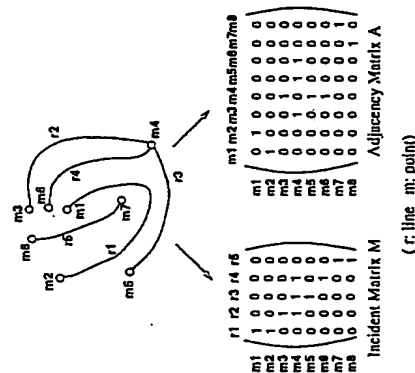


図 4: 特置点接続グラフと線分接続グラフ

採掘降級(降級の両端マニューシャから伸ばした法線が最初に交差する他の降級)の抽出によって、図5のように表現される。

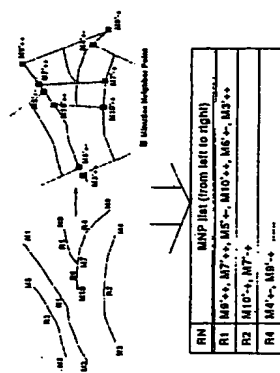


図 5: マニキューシヤ疫疫点と隣接郡情報の記述例

3.2 形態情報 (隆線形状特徴の記述)

照合および構成のための重要な要素が摩散形状の記述方式である。筆者らは、これまで、フラクタル、フーリエ変換下下上降散の形状記述方式について検討したが、両者は上点と下点、制約点と非制約点に依拠するため、部分的に使用された場合の照合適性性に欠ける。また、入力ノイズに対する耐性が低いことが考えられる。これらの条件を満たすものとして、多量回帰解析法が有効であると考えられる。例えば、ウェーブレット極値を用いる手法は、原信号のウェーブレット極値を用いる手法で、今後は、降散の形状特徴をウェーブレット変換によって得られる極値特徴の両側(ウェーブレット極値)を用いて降散の形状特徴を記述することとする。つまり、ウェーブレット変換極値の一次四散交差点におけるウェーブレット極値特徴の値が、ウェーブレット極値である。ウェーブレット極値に上および下よりウェーブレット極値表現であり、同様の性質を有することが知られている。同様の性質を有することが知られている。

- 形状を解析する方法として、多量相使用解析の持つ有効性を持つ。
- 交換対称とする関数に偏角関数をもった場合、偏角の位置が、あるスケールにおける位置、偏角の大きささが大きく変い、偏角を表す。
- 凸形影法 [4] により、原信号の平滑域が可能である。
- 極値による平滑域が可能であるため、極値のみを元のデータとして保存すれば良く、データ量の削減が可能であり、圧縮符号化方式として利用できる。

ウェーブレット係数は、直観的なパターンの性質を問題空間に表現したもの[10]であり、本研究では、有力な特徴の形状表現手段、及び照会のための特徴情報となると考えられる。

3.3 ウェーブレット極値による隆線の形状表現

熱線形状のウェーブレット係数は次のような手順で得られる。

1. 隣接の差分曲中間数を求める、隣接の全柱 (H_1) を計算し、 $H_1 < 2^n$ となる最小の n (n は正の整数) を求め、隣接を 2^n 分割する。図 6 に示すようにして求めた $g(n) = 0$ 。が差分曲中間数となる。
2. 差分曲中間数をウェーブレット変換する。

いた。

3. 得られたウェーブレット係数のうち、正の最大値と負の最小値を極値として取り出す。これらは、各々凸角、凹角に対応している。[10]

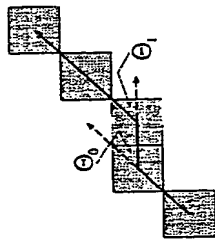


図 6: 部分曲率関数の測定

一指紋隆線から算出したウェーブレット極値の例を
図 7 に示す。

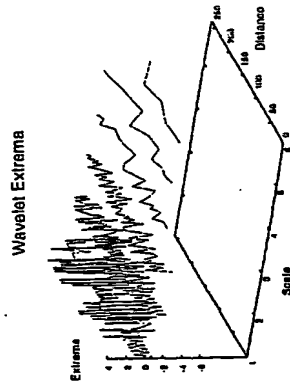


図 7: 指紋隆線から得られたウェーブレット極値

求めた極値により照合を行う。照合は次の手順で行われる。参照隆線を R_{ref} 、照合入力隆線を R_{in} とした時、

1. 代表的なスケール上における極値列

$$E_{ref}, E_{in} (> 閾値 \gamma))$$
を抽出 (ノイズ除去に相当)

$$E_{ref} = \{e_{ref,1}, e_{ref,2}, \dots, e_{ref,n}\}$$

$$E_{in} = \{e_{in,1}, e_{in,2}, \dots, e_{in,m}\}$$

$$e_{ref,i}, e_{in,j}$$
は極値の値、 d は極値間の距離を示す。
2. 特徴パラメータ (隣接する極値の値、間隔) の比較
一定範囲内の $|d_{ref,i} - d_{in,j}|$ に対して、

$$e_{ref,i}, e_{in,j}, d_{ref,i}, d_{in,j}$$
を比較。一定の閾値以

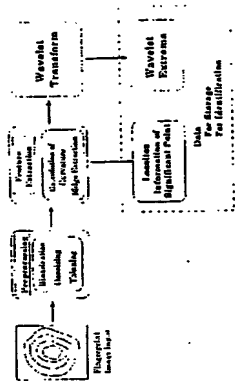


図 8: ウェーブレット極値の抽出手順

内ならば、一致の可能性ありと判定。(図 9)

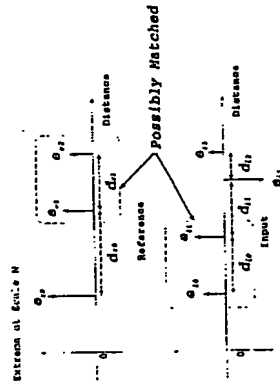


図 9: 極値による隣接部分の照合の概念

3.4 符号化

図 11 に、符号化パラメータのイメージを挙げる。各隆線はその長さによって、長い順に番号付けがなされる。隆線は、有意味な点によって細かい要素に分割し、それぞれの要素の形状をコードに置き換えて表現する。隣接間の情報は、隣接精度と接点情報との 2 種類に分けて記され、それぞれ隣接・接点の復元番号によって表現される。その他、指紋画像の復元のために、各隆線の端点の座標が必要となるため、隆線の端点の絶対座標または、相対座標を記録する。

4 シミュレーション実験

提案方式の有効性を検証するため、以下のような実験を行った。今回は、算出したウェーブレット係数から隆線同上の一致可能性を測定する実験を行った。

4.1 部分照合実験

まず、ウェーブレット係数による照合性能を検証するため、部分照合実験を行った。図 12 の登録指紋



図 12: 登録指紋画像 (Size: 480x480)

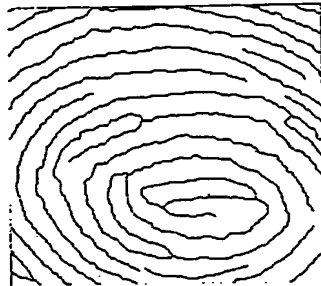
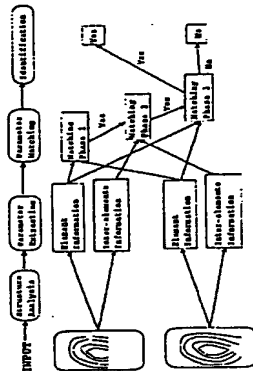


図 13: 入力指紋画像 (Size: 200x200)

画像 (全体: 480 x 480: 高画 72 本) に対して、四指紋の部分指紋 (図 13) に対して、各スケールにおける一致候補線分の数を測定した。図 14~図 18 に、

図 11: 照合の手順



3.5 照合手順

上記の要領で記述されたデータを元に次の手順で照合を行う。

1. 入力指紋の座標解析を行い、要素情報 (隆線形状、要素間関係 (隆線相互の位置関係) をパラメータとして抽出。
2. 第 1 段階: 要素情報の中に類似成分が一致の場合、第 2 段階へ。
3. 第 2 段階: 一致した要素成分の隣接要素の要素間関係を抽出。
4. 第 3 段階: 要素間情報に記された隣接要素の要素情報について調査し、一致の場合、他要素について第 1 段階より検索。
5. 手順 2~4 を何回か繰り返し、一致/不一致を判定。

各線指紋領域の1領域に対して、部分領域内の各線と他の領域との一致度を照合時の値のずれの許容度を20%~10%と変化したながら計算した結果を示す。部分領域の領域8(Line Number 8)が正しい対応領域である。許容度を下げると(照合時の値を上げる)につれて、領域8の一致度が他領域と比べて大きくなくなっているのが確認できる。領域番号は長さが長い順につけられているため、長い許容度では、領域の一致度が最も高くなっている。

Number of Matched Parameters

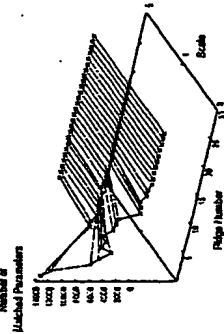


図 14: 部分照合実験 (許容度 20%)

Number of Matched Parameters

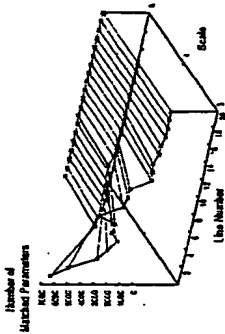


図 15: 部分照合実験 (許容度 15%)

4.2 照合/符号化用パラメータのスケールとの関係について

次に、各線指紋(図12)を構成する各領域に対して、照合/符号化用のパラメータであるウェーブレット係数、領域の間のスケールに対する変換の度合いを算定する実験を行った。

Number of Matched Parameters

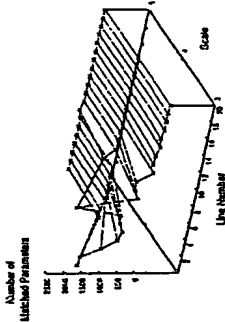


図 16: 部分照合実験 (許容度 10%)

4.2.1 指紋内領域値、領域間の値

まず各スケールにおける領域・領域の間の平均値を求め、それを領域内標準値、領域間値とした。各スケールにおける計算結果を表1に示す。これより、スケール1における領域の値がノイズを多く含んで類似していることが分かる。また、スケールを粗くしていくと、領域数の減少と共にノイズ、また有意情報も欠落していく。そこで、ノイズが除かれ、かつ必要な情報の残っているスケールを算出する必要がある。

表1: 各スケールにおける標準値、領域のスケール別標準値(領域間値) 領域の標準値

スケール	標準値(領域間値)	標準値(領域内)	標準値(領域間)
1	-1.70	3.01	2.08
2	-1.70	3.73	1.00
3	-1.70	5.77	1.11
4	-1.70	10.30	0.74
5	-1.70	21.82	0.57
6	-22.08	50.48	0.57

4.3 各スケールにおける領域の標準値からの差分

上で求めた標準値を基にして、同指数を構成している領域の標準値との差分を以下に示す手順で算定した。

1. 領域iのスケールkの領域値を求め、 $R_{ik} = \{e_{k1}, d_{k1}, e_{k2}, d_{k2}, \dots, e_{km-1}, d_{m-1}, e_{km}\}$
2. 式(1)のように平均差分を求める。

$$\Delta E_{kav} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_{ki} - E_{kav}|}{n} \quad (1)$$

3. 各スケールに対して1, 2を繰り返して、全ての領域の平均差分を求める。結果を図17に示す。

Difference from the Standard Extrema

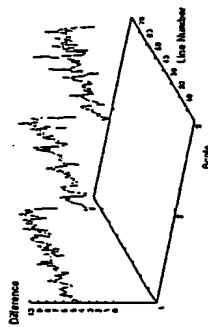


図 17: 各スケールの領域別平均差分の算定

実験結果より、スケールを大きくしていくにつれて、領域形状の類似性からずれていくものがあることが確認できる。符号化の際に、各領域内、あるいは一般的に指紋に共通する領域(領域分モデル)をいくつか定め、その領域に最も近い領域分モデルとその差分情報とによって符号化する手法が効果的であると思われる。そのため、各領域の特徴的な差分を高速に抽出するため、領域間の標準値、及び決定方法については、さらなる検討を要する。

5 おわりに

本稿では、まず、指紋の芯線領域を単位として、領域のレイアウト情報と領域の形状情報とによって、指紋全体の特徴を記述することを提案した。また、指紋画像処理時に問題となる位置ずれ、かすれ、切断等の入力誤差に対する方法として、部分照合を可能とすること、及び画像符号化の際点から多重解像度解析法の一種であるウェーブレット解析によるウェーブレット極値によって領域の形状を記述する手法を提案した。

提案方式に基づいて指紋の部分照合実験を行った結果、適切な領域を決定することで、提案方式によって一致検出率として対応する領域が抽出可能であることを確認した。今後の課題として、サンプルを増やした時の本方式の照合性能の検証及び、符号化効率について検討していくことをあける。

参考文献

- [1] 伊藤典男, 宮永 英彦: "指紋の時間的変化を用いた個人識別手帳", 信学論 D-II, J78-D-II, No.9, pp. 1315-1324 (1995).
- [2] 尾崎 哲, 松本 勉, 小井 秀雄: "指紋の小断片を用いた個人識別方式", 信学論 D-II, J78-D-II, No.9, pp. 1325-1333 (1995).
- [3] 浅井 誠, 星野 歩美, 木他 和夫: "マニキュアネットワーク特徴による自動指紋照合", 電子情報通信学会論文誌, J72-D-II, No.8, pp. 733-740 (1989).
- [4] J. N. Bruiley and C. M. Brildawn: "The FBI Wavelet/Scalar Quantization Fingerprint Image Compression Standard", Proc. Nat'l Media Lab. Conf. Solid-State Memory, No. LA-UR-94-1400 in Tech. Rep. (1994).
- [5] 山田 通夫, 伊藤 典男, 宮永 英彦: "指紋画像ファイルのための特徴抽出による高解像度符号化方式", 信学論 D-II, J78-D-II, No.3, pp. 547-550 (1993).
- [6] 山田 通夫, 小畑 亮之, 宮永 英彦: "指紋画像の類似性による指紋画像の類似度と照合方式の提案", 信学論 D-II, J78-D-II, No.9, pp. 2004-2014 (1993).
- [7] 小畑 亮之, 伊藤 典男, 宮永 英彦: "指紋の形状特徴を利用した指紋画像類似度の評価", 信学論 D-II, J78-D-II, No.9, pp. 1341-1341 (1994).
- [8] 小畑 亮之, 伊藤 典男: "指紋画像の類似度と照合方式", 信学論 D-II, J78-D-II, No.9, pp. 1341-1341 (1994).
- [9] S. Z. S. Mallat: "Characterization of Singularities from Multiscale Edges", IEEE, PAMI, Vol.14, No.7, pp. 710-732 (1992).
- [10] 中村 裕一, 大田 友一: "認識と生成を双方向に行うための多重解像度表現 - ウェーブレット極値による形状生成/照合", 信学論 D-II, J78-D-II, No.9, pp. 1288-1297 (1995).

複写をされる方に

本誌に掲載された著作物は、政府が指定した団体（著作権者）が著作権者に譲渡した権利を利用する複写を
 する場合、著作権法で定められた例外を除き、著作権者に無断で複写すると違法になります。そこで、本書刊物を合法的に
 複写するには、著作権者から団体に譲渡した権利の委託を受けている次の団体と、複写をする人またはその人が所属する企業・
 団体等との間で、包括的な複製契約を結ぶようにして下さい。

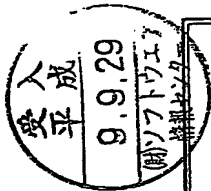
学振著作権協議会 〒107 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F
 TEL/FAX 03-3475-5618

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication legally, you or your organization needs to obtain
 permission from the following organization that has been delegated for the copyright clearance by the
 copyright owner of this publication.

[Japan] The Copyright Council of the Academic Societies
 41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107, Japan
 TEL/FAX: 81-3-3475-5618

[U.S.A.] Copyright Clearance Center, Inc.
 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA
 Phone (508) 750-8400 Telefax (508) 750-4744



電子情報通信学会技術研究報告

通信技術 Vol. 97 No. 112
 1997年6月19日 発行

IEICE Technical Report

©電子情報通信学会 1997

Copyright: © 1997 by the Institute of Electronics, Information
 and Communication Engineers (IEICE)

発行人 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

社団法人 電子情報通信学会 事務局 長 原 野 雄

発行所 東京都港区芝公園3丁目5番8号

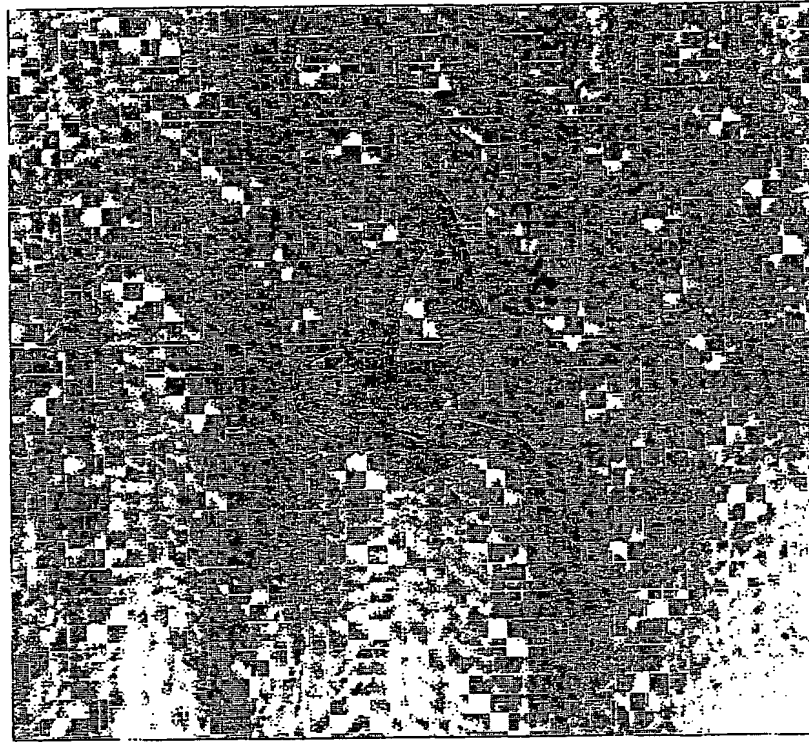
社団法人 電子情報通信学会 電話 (03) 3433-6691
 郵便振替口座 00120-0-35300

The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers,
 Kikai-Shinko-Kaikan Bldg., 5-8, Shibakoen 3 chome, Minato-ku,
 TOKYO, 105 JAPAN

本技術研究報告に掲載された論文の著作権は（社）電子情報通信学会に帰属します。

Copyright and reproduction permission: All rights are reserved
 and no part of this publication may be reproduced or transmitted
 in any form or by any means, electronic or mechanical, including
 photocopy, recording, or any information storage and retrieval system,
 without permission in writing from the publisher. Notwithstanding,
 instructors are permitted to photocopy isolated articles for
 noncommercial classroom use without fee.

C&C for Human Potential



いいコミュニケーションがこの星を変えてゆく。

あまりにたくさんの複雑な問題を抱える地球。

この星の未来は、人間がどれだけの力を発揮されるかにかかっています。

ひとりひとりの力は小さくても、いっしょに考え、取り組めば、きっと大きな力になる。

NECはマルチメディアをはじめとするコミュニケーションの技術で、

地球の豊かな未来に役立ちたいと考えています。

NEC

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK